中華農業研究（Jour. agric. Res. China）32(2)：139～145（1983）

光線、培養基、酸鹹度及溫度對 *Lepiota naucina* 菌絲生長之影響[1]

廖　英　明[2]

摘要：以馬鈴薯洋菜培養基（potato dextrose agar）培養 *Lepiota naucina* 菌絲時發現其在 8°C 以下或 36 °C 以上時無法生長，而最適合生長之溫度爲 24 °C。在連續光照或光照與黑暗互相交替下較連續黑暗不利於菌絲生長。若以液體培養，測定酸鹹度由4.6至 10.0 時對菌絲生長之影響發現酸鹹度在5.3至9.2時均適合其生長，而以 7.8爲最適合。菌種培養試驗時以麥粒爲材料最適合菌絲生長。在 9 種液體培養基中以下列培養基裝於 250 ml 之三角瓶中，容量爲 100ml 時可得到最高之菌絲乾重量，培養基含硝酸鈣、磷酸二氫鉀、麥芽抽出物、硫酸鎂、氯化鉀、磷酸鐵、麥芽糖及蛋白腖。碳氮比爲30時最適合菌絲之生長。

Lepiota naucina Fr. 爲一種生長於草地、放牧地或雜草叢生地之菇類[13]，杜氏等[2]之研究中記載其食用價值爲 1879 年 Peck 氏所報告。本省於 1979 年首次由杜氏等[2]在稻草堆肥之培養材料中栽培成功（圖1.）。但其最適之生長條件尙未被瞭解，所以產量不理想，而各種菇類（如洋菇、香菇、草菇、木耳、鮑魚菇及金針菇等）其菌絲之生長及形成子實體之條件（包括溫度、濕度、光線、培養材料之酸鹹度及成份）均不盡相同[1, 3, 4, 5, 6, 7, 12]，因此本研究之目的在探討這些環境因子及培養基材料對 *L. naucina* 菌絲生長之影響，並尋找最適合於生長之條件，作爲栽培之依據。

材料及方法

一、供試菌株：本試驗所採用之菌株係筆者於69年採自霧社草地，由 *L. naucina* 之子實體經純粹培養後保存於農試所植物病理系。

二、供試培養基：本試驗中所採用之培養基分成固體及液體二種：固體部份均採用 potato dextrose agar（PDA），液體部份則包括 GMY medium（glucose 10g, malt extract 10g, yeast extract 2g, distilled water 1 litre），與由下列物質所組成之培養液；即 sodium nitrate, calcium nitrate, ammonium nitrate, NH_4-tatarate, monopotassium phosphate, dipotassium phosphate, magnesium sulfate, potassium chloride, ferric chloride, calcium chloride, ferric phosphate, glucose, maltose, sucrose, corn meal, soluble starch, yeast extract, peptone, tryptone, 及 nutrient broth（表1.）。

三、菌絲生長與溫度之關係：將直徑 5 mm 之菌絲塊移入直徑 9 cm之 Difco PDA 平板培養基中央，每皿加入 10 ml 培養基，置於 4 、8 、12、16、20、24、28、32、36 及 40 °C 之恆溫箱中培養，每處理 4 重複，經過 10 天後觀察並量取菌落生長之直徑。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1090號。

2.本所植物病理系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

四、光線與菌絲生長之關係：將直徑5 mm 之菌絲塊置於直徑 9 cm 之 PDA 平板中央後，分別以（1）連續光照（500 lux）；（2）連續黑暗（以黑色塑膠布包裹培養皿）；（3）12 小時光照12 小時黑暗處理。上述處理在 24 °C 恆溫箱培養經過 10 天後測其菌落直徑。

五、酸鹹度與菌絲生長之關係：GMY 培養液以 1N NaOH 及 0.1 N HCl 調整，其經殺菌後 pH 值分別爲 4.2、5.3、5.8、6.3、6.8、7.2、7.8、8.4、9.2及10.0 等 10 種，而後將直徑 5 mm 之菌絲塊移入，在室溫（24°C）下振盪培養14天後測其菌絲乾重量。

表1. 各培養基配方之組成及用量

Table 1. Constitutions and rates of the various media in this experiment.

成份 Constituent \ 濃度(克／100毫升) Concentration (g/100ml)	培養基代號 (medium)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Sodium nitrate	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Calcium nitrate	—	—	2.0	2.0	2.0	—	—	—	—
Ammonium nitrate	—	2.0	—	—	2.0	—	—	—	—
NH_4-tatarate	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—
Monopotassium phosphate	—	0.46	1.0	1.0	1.0	—	—	—	—
Dipotassium phosphate	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—
Magnesium sulfate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	—	—	—	—
Potassium chloride	0.5	—	0.5	0.5	0.5	—	—	—	—
Ferric chloride	—	0.01	—	—	0.01	—	—	—	—
Calcium chloride	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—
Ferric phosphate	0.01	—	0.01	0.01	—	—	—	—	—
Glucose	—	30.0	—	—	—	30.0	—	10.0	10.0
Maltose	—	—	30.0	—	—	—	30.0	—	—
Sucrose	30.0	—	—	30.0	30.0	—	—	—	—
Corn meal	—	—	—	—	—	—	—	10.0	—
Malt extract	—	—	2.0	—	—	—	—	—	—
Soluble starch	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0
Yeast extract	—	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peptone	—	—	2.0	2.0	2.0	—	—	—	—
Tryptone	—	—	—	—	2.0	—	—	—	—
Nutrient broth	—	—	—	8.0	8.0	—	—	—	—

表 2. 以麥芽糖與硝酸鈣調配成不同比例之碳氮比

Table 2. Maltose and calcium nitrate contained in the media of different C/N ratio

C/N ratio	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Maltose (g/l) Contained	0.56	5.6	11.2	16.8	22.4	28.0	33.6	39.2	44.8	50.4	56
Carbon (g/l) Contained	0.236	2.360	4.720	7.080	9.440	11.80	14.16	16.52	18.88	21.24	23.60
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ Contained (g/l)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nitrogen (g/l) Contained	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236

Note : Maltose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), Mwt 360.31, Carbon Contained 42.1%=151.69g

$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, Mwt. 236.1, Nitrogen contained 11.8%=2 7.86g

(from reference 10)

六、培養液容量與菌絲生長之關係：於 250 ml 之三角瓶中裝入 40、60、80、100、120、140 及 160 ml 之培養液 C（表1.），殺菌後，每瓶移入一塊直徑 5 mm 之菌絲塊，經三週之振盪培養後，取出過濾，置於 60 °C 之乾燥箱24小時，測其菌絲乾重量。

七、培養基成份對菌絲生長之影響：以不同之碳源、氮源、營養物質及化學物質組成不同之配方，分別配成代號爲 A、B、C、D、E、F、G、H 及 I 9 種培養液（如表1.），將菌絲塊移入裝有 100 ml 培養液之 250 ml 三角瓶中，在室溫（24—28 °C）下，振盪培養 14 天後，取出過濾並稱其菌絲乾重量。

八、碳氮比（C/N ratio）對菌絲生長之影響：以 maltose 及 $Ca(NO_3)_2$ 爲碳源及氮源，依照 Chen's (9) 之方法，分別配成 C/N 比例爲 1、10、20、30、40、50、60、70、80、90 及 100，其組成如表2.，培養14天後測其菌絲乾重量。

九、菌種材料對菌絲生長之影響：以稻桿堆肥（compost），麥粒（wheat grain），雜木鋸屑（sawdust），甘蔗爐泥顆粒菌種（granules of filter cake）及玉米（corn seed）作爲菌種材料，並調整其含水量均在55%，而後裝於兩頭均爲中空之玻璃管中（內徑 2.8 cm，長度 22cm），兩頭並以打孔之橡皮塞塞住，而後將菌絲塊分別由兩頭移入，置於 24 °C 下培養，14天後測其菌絲伸展長度，並比較各菌種材料之優劣。

結　果

一、溫度試驗：*L. naucina* 菌絲生長溫度爲 12—32 °C，超過 36 °C 或低於 8 °C 則停止生長。而以 24 °C 爲最適合生長之溫度，菌落直徑在 24 °C 下培養 10天後爲培養 5 天時之 3 倍（圖2.）。

二、光線與菌絲生長之關係：在長期光照下不利於菌絲之生長，黑暗下反而有利於菌絲之生長，且半光照和光照間之差別亦大（表3.）。

表 3. 光照對菌絲生長之影響：

Table 3. Effect of light on the mycelial growth of *L. naucina.*

處 理 Treatment	菌 落 直 徑 [a]（公分） Colong diameter (cm)	
連續光照 (Continuous light)	2.34	a
12小時光照 (12 hrs alternating light)	2.74	b
連續黑暗 (Continuous darkness)	3.24	c

a. 小寫部份英文字母相同者爲依 Duncan 氏多變域測驗法，在 LSD 1 %下不顯著者。
The small letters represent Duncan's multiple range groupings of treatments that do not differ significantly at the 0.01 level.

三、pH 值對菌絲生長影響試驗；pH 值影響菌絲生長，由圖 3 可知其生長範圍極爲廣泛， pH 5.3～9.2 均適合，但以 pH 7.2～7.8 爲最適合，由此推知其較適合生長於微鹼性之基質。

四、液量試驗：培養液量之多寡對菌絲生長有影響，菌絲經液體震盪培養21天後，形成均勻之球狀菌絲塊（圖 4）。在 250 ml 之三角瓶中，以 100 ml 之液量爲最優（表4.），而此時各三角瓶中之 pH 值由原來之 pH 6.3 降到 5.5，但在不同處理間之 pH 值變化極小。

表 4 培養液量對菌絲生長之影響

Table 4. Effect of medium amount on the mycelial growth of *L. naucina.*

處 理 Treatment	液量（毫升） Volume of medium (ml)						
	80	60	80	100	120	140	160
菌絲乾重量（毫克／每瓶） mycelium dry wt. (mg/flask)	243	258	345	543	333	292	283
最終 pH 值 final pH value	5.5	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6

五、不同菌種材料對菌絲生長之影響：以 5 種材料當作基質來培養 *L. naucina* 之菌絲時，發現以麥粒培養時最佳，其次依序爲堆肥，玉米，顆粒菌種及鋸屑，在培養14天後，麥粒菌種之菌絲生長速度爲鋸屑菌種之 2 倍（表5.及圖5.）。

表 5 菌種材料對菌絲生長速度影響之比較

Table 5. Comparison of mycelial growth of *L. naucina* on different materials.

材 料 material	麥 粒	堆 肥	玉 米	顆 粒	鋸 屑
菌絲長度 [a]	5.47	5.25	4.59	3.70	2.75
length of mycelium (cm)	a	a	b	c	d

a. 小寫部份英文字母相同者爲依 Duncan 氏多變域測驗法在 LSD 1 %下不顯著者 The small letters represent Duncan's multiple range grouping of treatment that do not differ significantly at the 0.01 level.

六、不同基質配方對菌絲生長之影響：在 9 種不同配方中，包括有鹽類、氮源及碳源等，其中以配方 C、H 及 I 等較適合菌絲之生長（圖 6），配方 A 及 I 中僅包括澱粉、醣類及酵母抽出液，而配方 C 中則包括一些微量元素及酵母抽出液，由圖六可知單糖比雙糖適合該菌之生長，且酵母抽出液爲該菌生長所必需之營養物。Czapeck's medium (medium A) 並不適合該菌之生長。

七、不同碳氮比對菌絲生長之影響：在11種不同碳氮比之液體培養基中以 C/N ratio 30 所得之菌絲乾重量爲最多（圖 7）。

討　　論

一般菇類之菌絲生長均有其最適，最高及最低之溫度及酸碱度，如草菇（*Volvariella volvacea*）之菌絲生長最適條件爲 34 °C, pH 在 5.0（8）；香菇（*Lentinus edodes*）爲 24 °C, pH 在 4.5～6.0（6）；洋菇（*Agaricus bisporus*）爲 24 °C, pH 在 6.8～6.9；*Boletus edulis* 爲 25 °C, pH 在 5.38（4）；高溫菇（*Agaricus bitorquis*）爲 30 °C, pH 在 5.1～7.0（3）；金針菇（*Flammulina velutipes*）則爲 24 °C, pH 在 6.0（5）。由此可知食用菇中其菌絲生長之適合溫度及酸碱度之差異很大。而 *L. naucina* 之最適生長溫度即爲 24 °C，且於 8 °C 與 32 °C 時生長完全停止，24 °C 時之菌絲生長長度爲 20 °C 時之 2 倍，爲 32 °C 時之 1.5 倍，由此可知其生長適溫較洋菇爲略高。適合本菌之菌絲生長 pH 値變化不大，在 pH 5.3～9.2時均適其生長，但以 pH 7.8 爲最適合。當 pH 値低於 4.5 時或高於10時則菌絲生長緩慢，而在 pH 5.8 至 7.2間菌絲乾重變化不大。液量之試驗以 100 ml 爲最適合生長之液量，在 250 ml 三角瓶中，若其培養液超過 100 ml 則菌絲生長量反而減少，此可能係因三角瓶之空間減少所致，由此推測其對通氣之需求較一般菇類爲敏感。光線對菌絲生長有抑制作用，即在菌絲生長期間不需光照，此和許多菇類有相似之處。*L. naucina* 原生於草地上，但在菌種培養時仍以麥粒及堆肥爲最適合其生長之基質，鋸屑及顆粒菌種則不適合，而在初步之試種結果以堆肥栽培可以正常出菇（2），若能在栽培條件及方法上加以改良則有大量栽培之前途。而營養之需求亦爲菌絲生長條件之一，其不外乎對碳源及氮源之利用，如草菇生長時以聚果膠酸鈉鹽（Na-polypectate）之利用爲最佳之碳源，而以麩醯胺（glutamine）及天多素（Asparagine）爲最佳之氮源；但其菌種之培養則以棉籽作材料爲最優良（9.11）；而在金針菇則最適合其菌絲生長之糖類爲葡萄糖（dextrose）及乳糖（galactose）（5）。在韓氏等（10）之報告中所用之培養液（本試驗之 medium C）亦較適合 *L. naucina* 之生長，因此推斷其營養需求與草菇相近。另 *L. naucina* 菌絲生長之 C/N ratio 最適合條件爲 30，與草菇不同（C/N ratio 爲 60），而與洋菇（C/N ratio 爲30）相近。

圖1. *L. naucina* 於堆肥栽培時所產生之子實體
Fig. 1. Fruiting bodies of *L. naucina* produced from compost.

圖2. 在不同溫度下，培養 5 天及10天後 *L. naucina* 之菌絲生長情形。
Fig. 2. Colony diameter (cm) of *L. naucina* grown 5 and 10 days at various temperatures.

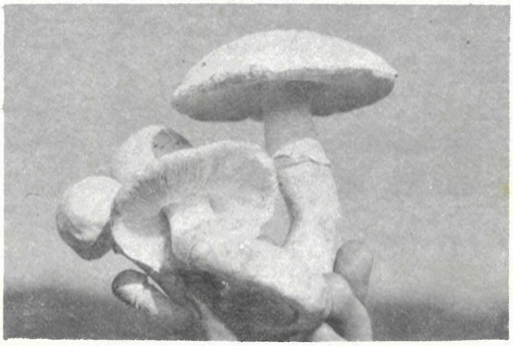
圖3. 培養於不同 pH 之 GMY 培養液14天後之 *L. naucina* 之菌絲乾重（mg）。
Fig. 3. Mycelial dry weight (mg) of *L. naucina* grown 14 days in GMY medium with various pH value.

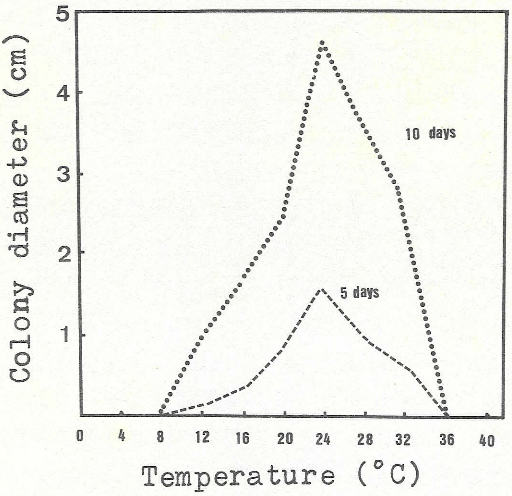
圖4. *L. naucina* 於液體培養基 C 中振盪培養21天後所產生之球形菌絲塊。
Fig. 4. Glob-like mycelium of *L. naucina* in liquid medium C, after shaking for 21 days.

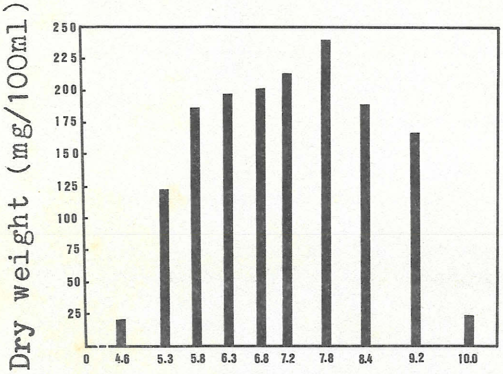
圖5. *L. naucina* 菌絲在不同菌種材料之生長情形，（Co：堆肥；W：麥粒；S：鋸屑：G；顆粒菌種；C：玉米）。
Fig. 5. The mycelial growth of *L. naucina* on Compost (Co) ; Wheat grain (W) ; Sawdust (S) ; granules of filter cake (G) and corn seed (C).

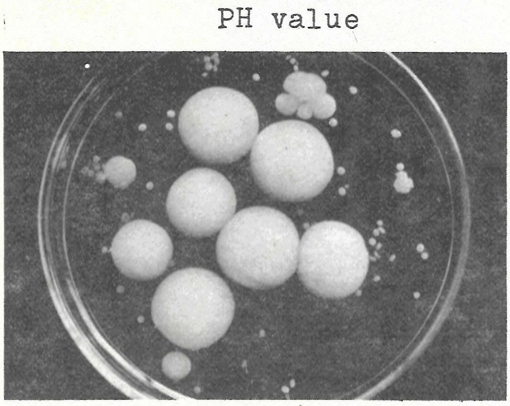
圖6. 比較不同液體培養基配方對 *L. naucina* 菌絲生長之影響（於 24 °C 下培養14天）。
Fig. 6. Comparison of mycelial growth of *L. naucina* in different liquid media (after 14 days incubation at 24°C)

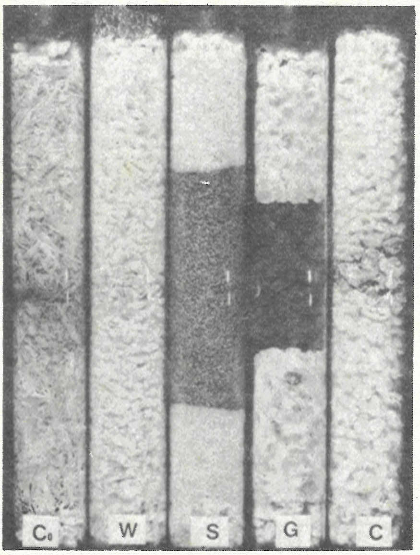
圖7. 不同碳氮比對 *L. naucina* 菌絲生長之影響，（於 24 °C 下培養14天）。
Fig. 7. Effect of C/N ratio on mycelial growth of *L. naucina* in liquid medium (after 14 days incubation at 24 °C)

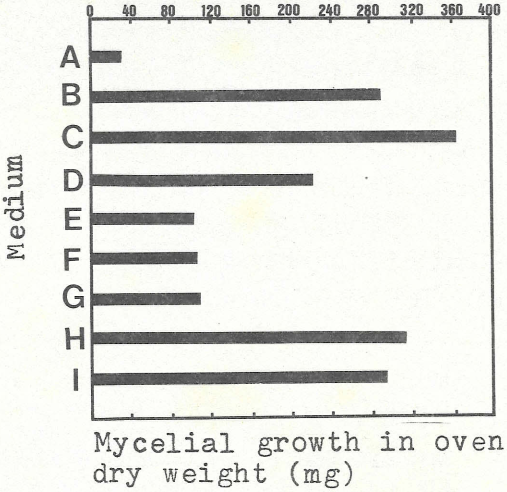


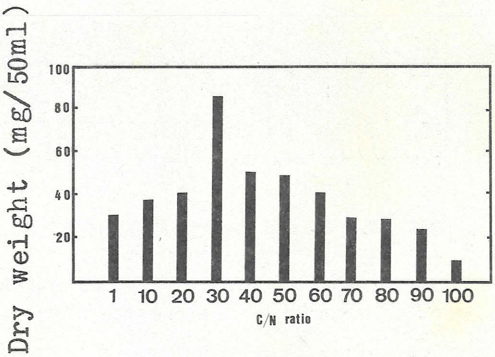












圖一 Fig. 1	圖五 Fig. 5
圖二 Fig. 2	圖六 Fig. 6
圖三 Fig. 3	圖七 Fig. 7
圖四 Fig. 4	

參 考 文 獻

1. 杜金池、韓又新、鄭燮、杜自疆，1977，霧社地區數種常見的蕈菌，臺灣洋菇。1（1）：11—25。
2. 杜金池、廖英明、鄭哲君，1979，一種食用菇 *Lepiota naucina* 栽培方法的初步試驗。臺灣洋菇，3（2）：28～34。
3. 宋細福，1976，高溫菇之研究，臺灣區第五屆洋菇學術討論會報告P467～488。
4. 胡開仁，1976. *Boletus* 菇類之栽培研究，臺灣區第五屆洋菇學術討論會報告，P455～466。
5. 胡開仁、馮國楝，1980，金針菇生理性質之研究，臺灣區第六屆洋菇學術討論會報告 P253～257。
6. 廖英明，1981，臺灣原生香菇品系特性之初步觀察，中華農業研究30（1）：63～70。
7. 韓又新、翁文宗、吳維炘，1980 碳氮源對鮑魚菇菌絲生長之影響，臺灣區第六屆洋菇學術討論會報告 P258～260。
8. Han, Y. H.; D. S. Tzeng and M. S. Ho. 1976. Biological studies on straw mushroom (I). The effect of temperature and pH of the medium on mycelial growth. Proceedings of the fifth Symposium on Mushroom Research and Improvement of production. p. 553 ～558.
9. Han, Y. H.; D. S. Tzeng and M. S. Ho. 1976. Biological studies on straw mushroom (II). Carbon and nitrogen requirments for mycelial growth. ibid p. 559～568.
10. Han, Y. H.; D. S. Tzeng and M. S. Ho. 1976. Biological studies on straw mushroom (III) some experiments on the design of a proper medium. ibid p. 569～578.
11. Han, Y. H., D. S. Tzeng and M. S. Ho. 1976. Biological studies on straw mushroom (IV) screening test of the materials for making spawn. ibid. p. 579～581.
12. Hayes, W. A. 1972. Nutritional factor in relation to mushroom production. Mushroom Science 8: 663-674.
13. Mc. IVALINE, C. and R. K. Macadam 1973. One thousand American fungi. Dover Publication Inc., New York. 729. p.

Effect of Light, Composition of Medium, pH, and Temperature on the Mycelial Growth of *Lepiota naucina* [1]

Ying-ming Liao[2]

Summary

Potato dextrose agar (PDA) was used to evaluate the effect of light and temperature on the mycelial growth of *Lepiota naucina* Fr.. No growth was observed lower than 8°C or higher than 36°C (optimal 24 °C). Continuous darkness was found better than continuous light or 12-hrs alternating photoperiod. In a liquid medium, pH values ranged betweed 4.6 and 10.0 were tested and the mycelial growth was observed from 5.3 to 9.2 (optimal 7.8). The mycelial growth was found best on wheat grain among the 5 media tested for spawn. Among the nine liquid media, the highest mycelium dry weight was recorded in a 250 Erlenmeyer flask containing 100ml of medium C consisting calcium nitrate, monopotassium phosphate, malt extract, yeast extract, magnesium sulfate, ptassium chloride, ferric phosphate, maltose and peptone. The C/N ratio at 30 was found best for the mycelial growth of *L. naucina.*

---

1. Contribution No. 1090 from Taiwan Agricultural Reserch Institute.
2. Assistant Plant Pathologist, Department of Plant Pathology; TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.